

池干し強化法が富栄養湖における底質改善・栄養塩溶出抑制に及ぼす影響に関する実験

日本大学工学部 学生会員 ○桃井 一希 日本大学工学部 非会員 遠藤 翔大
日本大学工学部 正会員 手塚 公裕

1 研究背景・目的

池干しは伝統的な溜池管理法である。水を抜くだけと簡便で低コストで行え、水質・底質の改善が期待されるため、多くの溜池で実施されている。しかし、そのメカニズムには不明な点が残されている。著者らは、効果的な池干し方法を確立するため研究を進めており、適度に乾燥させると底質の有機物分解等が進むこと、池干し後の湛水の際に底質表面にヒビ等の凹凸が生じると栄養塩溶出が促進されてしまうことを明らかにしている。これらの現象を勘案し、池干しによる底質改善の強化法として掘り返し法と切り込み法、底質からの栄養塩溶出抑制の強化法として締め固め法を考案した。本研究では、これらの池干し強化法の影響を室内実験により検討した。

2 実験方法

令和2年9月8日に福島県白河市にある富栄養湖(南湖)において、不攪乱型柱状採泥器を用いて表層15cmの底質を採取した。採取した底泥を1日置いて浮上した水を除去し、夾雑物を取り除いた後に混合し、アクリル筒(高さ50cm, 内径11cm)に高さ15cmとなるように充填した。池干し実験は、秋～冬を想定し20°C, 暗所で実施した。池干し強化法は、掘り返し、切り込みの2種類について池干し45日目に実施し、従来法と比較した。掘り返しは全層を掘り返して数cm程度の塊ができるようにした。切り込みは下層まで十字に入れた。実験開始0, 15, 30, 45, 60, 90, 120日目に底質分析を行った。項目は、含水率, 強熱減量, ORP, 底質COD, 窒素, リン, 間隙水のCOD, 窒素, リン等とし、底質調査方法(環境省)等に従い分析した。なお、底質の乾燥に伴い間隙水が取れない場合は分析していない。底質の無機態リン(I-P)の分析は細井ら(1979)の方法、吸着態NH₄-Nの分析は徳永ら(2006)の方法に準じた。

栄養塩溶出実験は、池干し実験0, 60, 90日目の底泥と同条件で準備した底泥とそれらを締め固めた底泥を用いて実施した。締め固めは、底泥表面の凹凸や底泥中の間隙がなくなるように上部から圧縮して設定した。各条件の底質上部に好気条件(曝気によりDO飽和率100%)と嫌気条件(窒素ガス注入によりDO飽和率0%)に設定した20°Cの蒸留水2.6Lを底泥が乱れないように入れ、好気条件では上方を開放してエアレーションした状態、嫌気条件では密栓した状態で静置した。そして、0, 5, 10, 15, 20, 25, 30日後に底泥表面から10cm上の位置から270mL採水してCOD, 窒素, リン等の水質分析を河川水質試験方法(案)等に準じて行った。

3 池干し実験の結果・考察

池干し実験に用いた底質の性状を表-1に示す。実験に用いた底泥は、含水率84.2%, 強熱減量24.3%, メジアン径19.9μmと有機物に富んでいた。底質の含水率・強熱減量の経日変化を図-1に示す。含水率・強熱減量は全条件で減少傾向を示した。120日目の含水率は従来法が最も低く、強熱減量は強化法による差はみられなかった。底質のORP・CODの経日変化を図-2に示す。ORPは全条件で増加傾向を示し、従来法よりも強化法で高い値を示した。底質CODは全条件で減少し、従来法よりも強化法で低い値を示した。これらのことから、池干し強化法により底質の酸化が促進されると考えられる。

底質の窒素・リンの経日変化を図-3に示す。底質のT-N含有量, 吸着

表-1 池干し実験に用いた底質の性状

底質	含水率(%)	84.2	間隙水	COD(mg/L)	11.9
	強熱減量(%)	24.3		T-N(mg/L)	6.4
	底質COD(mg/g乾物)	54.3		NH ₄ -N(mg/L)	4.0
	ORP(mV)	-199		NO ₂ -N(mg/L)	0.01
	T-N(mg/kg乾物)	10000		NO ₃ -N(mg/L)	0.27
	吸着態NH ₄ -N(mg/g乾物)	0.35		T-P(mg/L)	0.05
	T-P(mg/kg乾物)	830		PO ₄ -P(mg/L)	0.01
	I-P(mg/kg乾物)	614			
	メジアン径(μm)	19.9			
	モード径(μm)	18.6			
算術平均径(μm)	34.6				

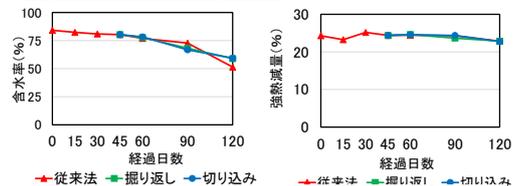


図-1 含水率・強熱減量の経日変化

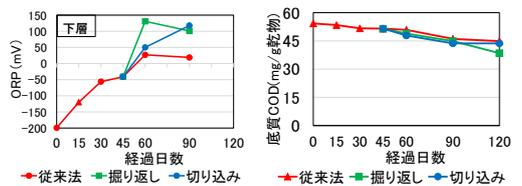


図-2 ORP・CODの経日変化

キーワード: 池干し強化法, 栄養塩溶出, 底質, 室内実験

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中原河原1 日本大学工学部水環境システム研究室 TEL:024-956-8724

態 NH₄-N は全条件で減少傾向がみられ、池干しにより脱窒が生じていた可能性がある。特に、切り込み条件では T-N 含有量が他の条件よりもやや低くなったため、脱窒を促進していた可能性がある。一方、間隙水 T-N 濃度は横ばい傾向であったが、従来法よりも強化法の濃度が高い傾向がみられた。底質の T-P、I-P 含有量は全条件で増加傾向を示した。底質に含まれる有機物分解に伴う増加と推測されるが、池干し強化法の影響は明確ではなかった。間隙水の T-P 濃度は 45 日目に一時的に 0.11mg/L まで増加したが、それ以外は 0.05mg/L 前後で推移し、池干し強化法の影響は明確ではなかった。

4 栄養塩溶出実験の結果・考察

池干し期間 60 日の栄養塩濃度の経日変化を図-4 に示す。T-N 濃度は、好気、嫌気共に実験 10 日目まで池干しなしの条件よりも池干しを行った条件で高い値で推移した。その後は、池干しを行った条件の方が低くなり、池干しによる T-N 溶出の抑制が確認された。また、締め固め有の条件の方が低い値を示す傾向があったが、25 日以降は明確ではなかった。T-P 濃度は、好気、嫌気共に、締め固め有の条件が、池干しなしや締め固め無の条件よりも低濃度で推移しており、締め固めによる T-P 溶出の抑制が確認された。しかし、掘り返しや切り込みを行った条件で、池干ししていない条件よりも高濃度を示すことがあった。

池干し期間 90 日の栄養塩濃度の経日変化を図-5 に示す。T-N 濃度は、好気、嫌気共に従来法が最も低濃度で推移したが、掘り返し、切り込みの条件は池干しなしの条件と同等以上の濃度を示していた。池干しに伴う、底質の酸化により有機物の分解、硝化、脱窒、間隙水濃度の増加、底質の収縮により間隙率の減少が生じ、それらが窒素の溶出に影響を及ぼしていたと推測される。T-P 濃度は、好気、嫌気共に、池干しなしの条件よりも、池干しを行った条件で低い値を示した。また、嫌気条件では、締め固めによる T-P 溶出の抑制が確認された。

条件別の T-N、T-P 濃度の最大値を図 6 に示す。T-N 濃度の最大値は、池干し期間 60 日では、池干しなし > 締め固め無 > 締め固め有であったが、従来法、掘り返し、切り込みの差は明確ではなかった。池干し期間 90 日では、従来法が最も低く、池干し強化法の影響は明確ではなかった。T-P 濃度の最大値は、池干し期間 60 日では、池干しなしよりも締め固め無の条件で高い値、締め固め有の条件では低い値を示した。また、従来法よりも掘り返しや切り込みで高い値を示すことがあった。池干し期間 90 日では、池干しを行うことで濃度が低下し、締め固めをすることで更に低くなった。

5 まとめ

- 1) 従来法よりも強化法で、底質 ORP は高くなり、底質 COD は低くなった。よって、池干し強化法により底質の酸化が促進されると考えられる。
- 2) 池干し期間 60 日の T-N と池干し期間 60、90 日の T-P では、締め固めにより溶出を抑制できた。ただし、掘り返し、切り込みのみでは、T-N、T-P 溶出が促進されることがあり、留意する必要がある。

謝辞 本研究は白河市との共同研究として実施しており、白河市文化財課と(有)水月の皆様のご協力を頂きました。ここに記し謝意を表します。

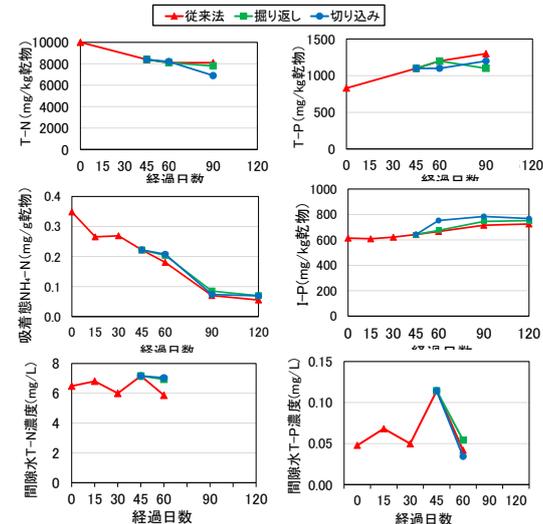


図-3 底質の窒素・リンの経日変化

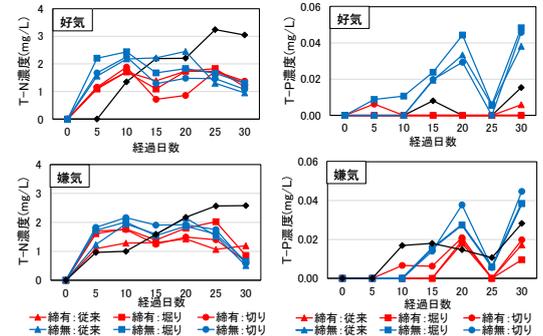


図-4 池干し期間60日の栄養塩濃度の経日変化

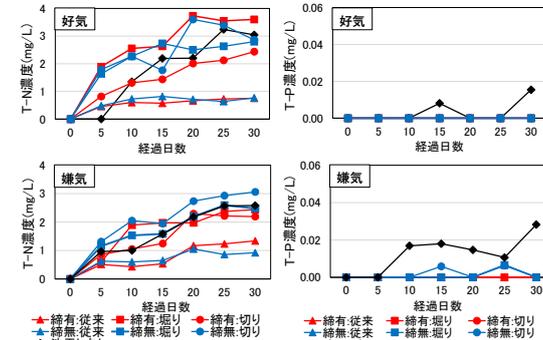


図-5 池干し期間90日の栄養塩濃度の経日変化

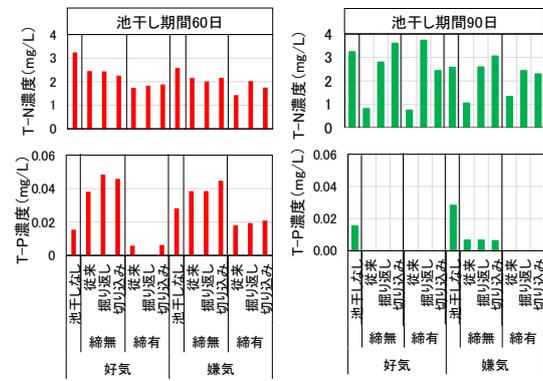


図-6 条件別の T-N、T-P 濃度の最大値